020653

Шифр

ОТКРЫТАЯ РЕГИОНАЛЬНАЯ МЕЖВУЗОВСКАЯ ОЛИМПИАДА ВУЗОВ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ «ОРМО»

ТИТУЛЬНЫЙ ЛИСТ
заключительного этапа

1.	Предмет	Физика
2.	Вариант	
3.	Класс	11
4.	Фамилия	БОНДАРЬ
	Имя	ЕГОР
	Отчество	АЛЕКСАНДРОВИЧ
5.	Дата рождения	Число: 22; Месяц: 01; Год: 2002
6.	Регион *(пр: Томская обл., Алтайский край)*	Алтайский Край
7.	Вид муниципального образования *(пр: село, город, пгт, деревня)*	город
8.	Населенный пункт *(пр: Томск, Кемерово, Асино)*	Барнаул
9.	Полное наименование образовательного учреждения, в котором Вы обучаетесь	МБНОУ Лицей № 84 им. В.А. Власова

Даю согласие на обработку моих персональных данных и информирование меня посредством sms и e–mail о моих результатах и всех дальнейших мероприятиях, связанных с олимпиадой

Личная подпись ____________

Шифр 120653

Открытая региональная межвузовская олимпиада вузов Томской области (ОРМО)

Общий балл	Дата	Ф.И.О. членов жюри	Подписи членов жюри
64	19.03.2020	Дорошкевич АА	[signature]

N1

Дано:

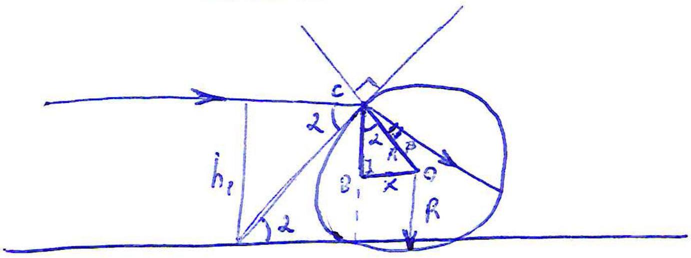
$R = 0{,}1\,м$

$h_1 = 0{,}14\,м$

$n = 1{,}5$

$\beta = ?$

Решение:



$$\frac{\sin\alpha}{\sin\beta} = \frac{n_2}{n_1} = n \text{ — закон преломления}$$

$$\sin\beta = \frac{\sin\alpha}{n} \qquad \sin\alpha = \frac{x}{R}$$

Δ-ик OBC — прямоуг.

$$x = \sqrt{R^2 - (h_1 - R)^2} = \sqrt{\left(\frac{1}{10}\right)^2 - \left(\frac{1}{25}\right)^2} = \sqrt{\frac{1}{100} - \frac{1}{625}} = \sqrt{\frac{25}{2500} - \frac{4}{2500}} = \frac{\sqrt{21}}{50}\ м.$$

$$\sin\alpha = \frac{x}{R} = \frac{\sqrt{21}}{50} \cdot 10 = \frac{\sqrt{21}}{5}$$

$$\sin\beta = \frac{\sqrt{21}}{5} \cdot \frac{2}{3} = \frac{2\sqrt{21}}{15}$$

$$\beta = \arcsin\left(\frac{2\sqrt{21}}{15}\right)$$

1	2	3	4	5	Σ
3	5	15	16	25	64

Ответ: $\beta = \arcsin\left(\frac{2\sqrt{21}}{15}\right)$

N3

Дано:

u_0

$c_ш = c_п = c$

$\frac{M}{m} = k = ?$

Решение:

ЗСЭ: $\frac{mu_0^2}{2} = \frac{(m+M)u^2}{2} + Q$ ЗСИ: $mu_0 = (M+m)u$

$$u = \frac{mu_0}{M+m}$$

$$Q = \frac{mu_0^2 - (m+M)u^2}{2} = \frac{mu_0^2 - (m+M)\cdot\frac{m^2u_0^2}{(m+M)^2}}{2} =$$

$$= \frac{mu_0^2\left(1 - \frac{m}{m+M}\right)}{2}$$

Вся выделившаяся теплота пойдёт на нагрев тел $\longrightarrow$

$\longrightarrow Q = cm\Delta T + cM\Delta T = c\Delta T(m+M)$

Шифр 020653

$$Q = \frac{mU_0^2\left(1-\frac{m}{m+M}\right)}{2} = c\Delta T(m+M) \qquad M = km$$

$$\frac{mU_0^2\left(1-\frac{m}{m(1+k)}\right)}{2} = c\Delta T m(1+k)$$

$$\frac{U_0^2\left(1-\frac{1}{1+k}\right)}{2c} = \Delta T(1+k)$$

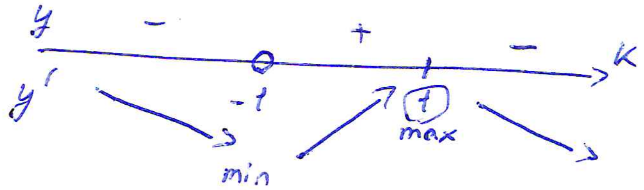
$$\Delta T = \frac{U_0^2\left(\frac{1}{1+k}-\frac{1}{(1+k)^2}\right)}{2c} = \frac{U_0^2\cdot\frac{k}{(1+k)^2}}{2c}$$

$$y = \frac{U_0^2\cdot\frac{k}{(1+k)^2}}{2c} \qquad y' = \left(\frac{U_0^2\cdot\frac{k}{(1+k)^2}}{2c}\right)' = \frac{U_0^2}{2c}\cdot\left(\frac{k}{(1+k)^2}\right)' =$$

$$= \frac{U_0^2}{2c}\cdot\frac{(1+k)^2-k\cdot2(k+1)}{(k+1)^4} = \frac{U_0^2}{2c}\cdot\frac{1+2k+k^2-2k^2-2k}{(1+k)^4} = \frac{U_0^2}{2c}\cdot\frac{1-k^2}{(1+k)^4} =$$

$$= \frac{U_0^2}{2c}\cdot\frac{(1-k)(1+k)}{(1+k)^4} = \frac{U_0^2}{2c}\cdot\frac{(1-k)}{(1+k)^3}$$

$k = 1$, $k \neq -1$ > экстремум



при $k=1$ y – максимально ⟶ ΔT максимально при $k=\frac{M}{m}=1$

Ответ: $\frac{M}{m} = k = 1$

№4

Дано:

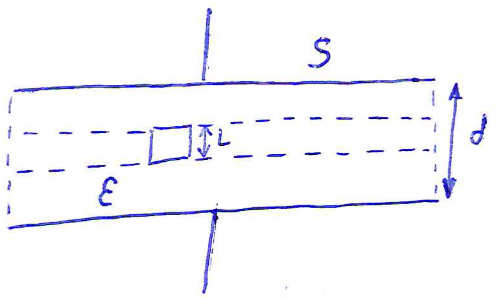
S, d, ε

$\varepsilon_B = 1$,

$L < d$

$C_{общ} = ?$

Решение:



$$c = \frac{\varepsilon\varepsilon_0 S}{d}$$

Ёмкость слоистого конденсатора эквивалентна ёмкости последовательного соединения конденсаторов, состоящих по отдельности из слоёв, из которых состоит слоистый конденсатор

$$\frac{1}{C_{общ}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} \qquad C_1 = \frac{\varepsilon\varepsilon_0 S}{d-L}$$

Шифр 020653

C_2 - ёмкость слоя с кубом с воздухом.

Ёмкость одного слоя конденсатора эквивалентна параллельному соединению конденсаторов (с такой же толщиной) с площадями, сумма которых равна площади рассматриваемого слоя в конденсаторе.

$$C_2 = C_3 + C_4 \qquad C_3 = \frac{\varepsilon_2 \varepsilon_0 L^2}{L} \qquad C_4 = \frac{\varepsilon \varepsilon_0 (S-L^2)}{L}$$

$$C_2 = \frac{\varepsilon_0 L^2}{L} + \frac{\varepsilon\varepsilon_0 (S-L^2)}{L} = \frac{\varepsilon_0 L^2 + \varepsilon\varepsilon_0 (S-L^2)}{L}$$

$$\frac{1}{C_{общ}} = \frac{d-L}{\varepsilon\varepsilon_0 S} + \frac{L}{\varepsilon_0 (L^2+\varepsilon(S-L^2))} = \frac{(d-L)(L^2+\varepsilon(S-L^2)) + L\varepsilon S}{\varepsilon_0 \varepsilon S (L^2+\varepsilon(S-L^2))} =$$

$$= \frac{dL^2 + d\varepsilon S - d\varepsilon L^2 - L^3 \cancel{-L\varepsilon S} + L^3\varepsilon \cancel{+L\varepsilon S}}{\varepsilon_0 \varepsilon S (L^2+\varepsilon(S-L^2))} = \frac{dL^2(1-\varepsilon) - L^3(1-\varepsilon) + d\varepsilon S}{\varepsilon_0 \varepsilon S (L^2+\varepsilon(S-L^2))}$$

$$= \frac{L^2(1-\varepsilon)(d-L) + d\varepsilon S}{\varepsilon_0 \varepsilon S (L^2+\varepsilon(S-L^2))}$$

$$C_{общ} = \frac{\varepsilon_0 \varepsilon S (L^2+\varepsilon(S-L^2))}{L^2(1-\varepsilon)(d-L) + d\varepsilon S}$$

Ответ: $C_{общ} = \dfrac{\varepsilon_0 \varepsilon S (L^2+\varepsilon(S-L^2))}{L^2(1-\varepsilon)(d-L) + d\varepsilon S}$

№5

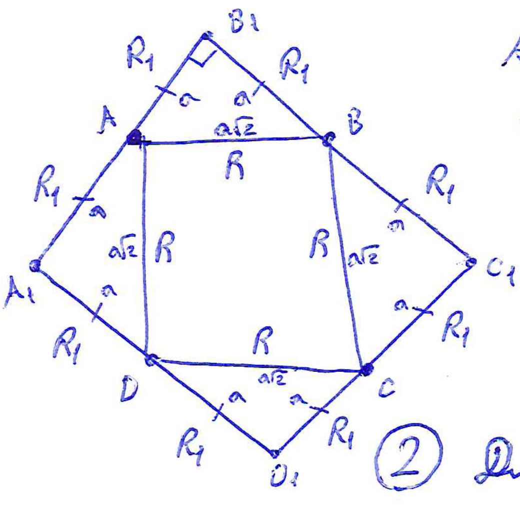
Дано:

$R_{общ1} = R_{общ2}$

$\frac{S_2}{S_1} = ?$

$\rho_1 = \rho_2 = \rho$

Решение:



$AB_1 = B_1B = BC_1 = C_1C = CD_1 = DD_1 = A_1D = AA_1 = a$

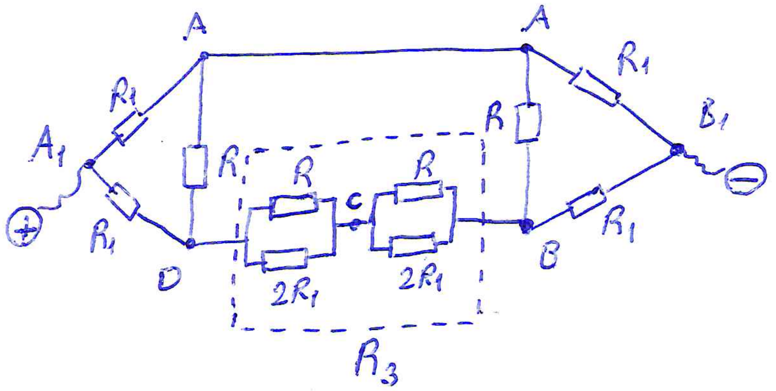
$\sqrt{a^2+a^2} = a\sqrt{2} = AB = BC = CD = AD$

$$R = \frac{\rho a\sqrt{2}}{S_1} \qquad R_1 = \frac{\rho \cdot a}{S_2}$$

① $R_{общ1} = \dfrac{R \cdot 3R}{R+3R} = \dfrac{3}{4}R$

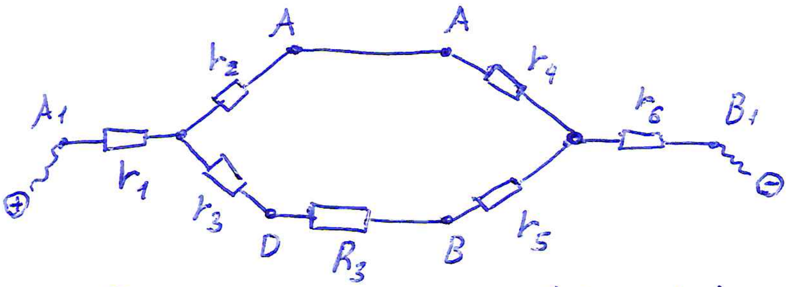
② Для удобства преобразуем схему:

Шифр 020654



$$R_3=\frac{R\cdot 2R_1}{2R_1+R}+\frac{R\cdot 2R_1}{2R_1+R}=$$
$$=\frac{2R\cdot 2R_1}{2R_1+R}=\frac{4RR_1}{2R_1+R}$$

При помощи метода „звезда - треугольник" преобразуем схему:



$$r_1=\frac{R_1^2}{2R_1+R}=r_6$$
$$r_2=\frac{R_1\cdot R}{2R_1+R}=r_3=r_4=r_5$$

$$R_{общ_2}=2r_1+\frac{2r_2\cdot(R_3+2r_2)}{4r_2+R_3}=\frac{2R_1^2}{2R_1+R}+\frac{\frac{2R_1R}{2R_1+R}\left(\frac{4RR_1}{2R_1+R}+\frac{2RR_1}{2R_1+R}\right)}{\frac{4RR_1}{2R_1+R}+\frac{4RR_1}{2R_1+R}}=$$

$$\frac{2R_1^2}{2R_1+R}+\frac{\frac{\cancel{2}^1RR_1}{2R_1+R}\cdot\frac{6RR_1}{2R_1+R}}{\frac{\cancel{8}^4RR_1}{2R_1+R}}=\underbrace{\frac{6RR_1}{4(2R_1+R)}}_{\frac{2R_1^2}{2R_1+R}+}=\cancel{\frac{3RR_1}{2(2R_1+R)}}\;\frac{4R_1^2+3RR_1}{2(2R_1+R)}$$

$$R_{общ_2}=R_{общ_1}=\cancel{\frac{3RR_1}{4R_1+2R}}=\cancel{\frac{3}{4}R}=\frac{4R_1^2+3RR_1}{2(2R_1+R)}=\frac{3R}{4}$$

$$\cancel{\frac{R_1}{4R_1+2R}=\frac{1}{4}}$$

$$8R_1^2+\cancel{6RR_1}=\cancel{6RR_1}+3R^2$$
$$8R_1^2=3R^2$$
$$8\cdot\frac{\rho^2a^2}{S_2^2}=3\cdot\frac{\rho^2\cdot a^2\cdot 2}{S_1^2}\qquad\frac{8}{S_2^2}=\frac{6}{S_1^2}$$
$$\frac{S_2^2}{S_1^2}=\frac{8}{6}\qquad\frac{S_2}{S_1}=\sqrt{\frac{8}{6}}=\sqrt{\frac{4}{3}}=\frac{2}{\sqrt3}$$

Ответ: $\frac{S_2}{S_1}=\frac{2}{\sqrt3}$

Шифр 20653

№2

Дано:

$V = 2л$

$m = 10кг$

$S = 20см^2$

$p_0 = 10кПа$

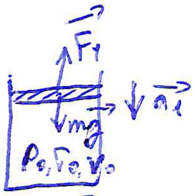
$T_0 = 300 K$

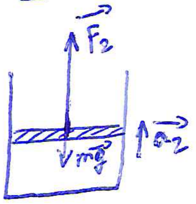
$V_2 = ?$

$T_2 = ?$

$2a_2 = a_1$

$V_0 = 2л$





Решение:

$$a_1 = mg - F_1 = mg - p_0 S$$

$$a_2 = F_2 - mg = p_2 S - mg$$

$$2a_2 = a_1$$

$$2p_2 S - 2mg = mg - p_0 S$$

$$2p_2 S = 3mg - p_0 S$$

$$p_2 = \frac{3mg - p_0 S}{2S}$$

$$\frac{p_0 V_0}{T_0} = \frac{p_2 V_2}{T_2} \qquad \frac{V_2}{T_2} = \frac{p_0 V_0}{T_0 p_2} = \frac{p_0 V_0}{T_0 \left(\frac{3mg - p_0 S}{2S}\right)}$$